

実験用小型風洞の速度・乱れ特性

—整流用金網の効果—

Characteristics of wind velocity and turbulence of small wind tunnel

Effects by rectifier wire mesh

○川上柚子¹, 大竹智久², 村松旦典²*Yuko Kawakami¹, Tomonisa Ohtake², Akinori Muramatsu²

Abstract: We made small and portable a wind tunnel to observe and measure flow field around a wing of aircraft by optical method. We measured characteristics of average velocity and turbulence intensity in order to examine fundamental performance of wind tunnel. As a result, average velocity is not linear for voltage of controller and assembling of settling screens might be cause of increasing of turbulence intensity. So we have to improve the wind tunnel in such a way as to change a fan controller to solve these problems.

1. はじめに

近年, 災害現場などの人が立ち入れないところの偵察や物流のサービスに MAV(Micro Air Vehicles)や UAV(Unmanned Air Vehicles)といった無人小型機の活躍が期待されている. この様な小型の航空機は, 旅客機と比べて, 翼弦長から求められるレイノルズ数が 10^6 以下と小さくなる. レイノルズ数が低くなると, 前縁で発生する剥離泡の挙動はレイノルズ数が高い時とは異なり, 翼周りの流れ場に大きな影響を及ぼすことが分かっている^[1].

本研究では, 低レイノルズ数領域において, 様々な翼周りの流れ場を PIV 等の光学的計測手法によって調査し, 流れ場と空力特性の関連性に関する知見を得ることを目的としている. そのため, その実験で使用する, 低速かつ可搬式の小型風洞を製作した. 本報告では, 作製した風洞の基本特性を調べるため, 風洞の乱れ度の大きさ, 整流用金網の効果について測定, 考察を行ったので報告する.

2. 風洞の製作

風洞の全体図を Figure 1 に, 主な仕様を Table 1 示す. 今回は測定部で 5 m/s の風速を出すことを目標として風洞を製作した. 圧力損失の推定について, 今回製作した風洞では拡散洞は 17.4 Pa, 整流洞は 54.24 Pa, 縮流洞は 0.289 Pa となると算出され, 全体の損失は 71.9 Pa となった. この結果より, 測定部で風速 5 m/s 出すために必要となるファンの風量は $6.75 \text{ m}^3/\text{min}$ となった. これより, 送風用ファンとして直径 172 mm, 定格電圧 24 V, 風量 $9.9 \text{ m}^3/\text{min}$ の DC プロペラファンを用いるので, 十分に必要風量を満たしている. また, コントローラは電力ロスの少ない PWM 制御方式のコントロー

ラで風速を調整している. 拡散洞は拡がり角を 10° として設計した. そのため, 圧力損失の推定に「流れの断面積が緩やかに変わる場合の損失の計算式」^[2]を適用した. 整流洞について, ハニカムは直径 4.5 mm のストローを整流洞内に均一に敷き詰めて作製した. また, 整流用金網はメッシュ数と線径は Table 1 に示す. 縮流洞は 3 次曲線の式^[3]

$$Y = \frac{2(Y_0 - Y_1)}{L^3} X^3 + \frac{3(Y_1 - Y_0)}{L^3} X^2 + Y_0 \quad (1)$$

を用いて設計した. X, Y₀, Y₁, L の位置を Figure 2 に示す.

材質について, 縮流洞はアルミ板を加工して作製し, それ以外の拡散洞, 整流洞, 測定部についてはアクリル板を用いて作製した. Table 2 に主な仕様を示す.

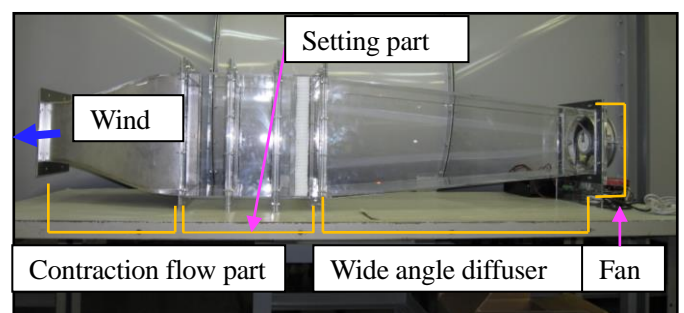


Figure 1. General view of wind tunnel

Table 1. Principal efficiency of wind tunnel

測定部を除く寸法 [mm]	1495
測定部寸法[mm]	150×150
最大風速[m/s]	5.8
縮流比[-]	4

Table 2. The number of meshes and wire diameter

メッシュ数 [-]	線径 [mm]
16	0.2
24	0.23
30	0.22
35	0.23

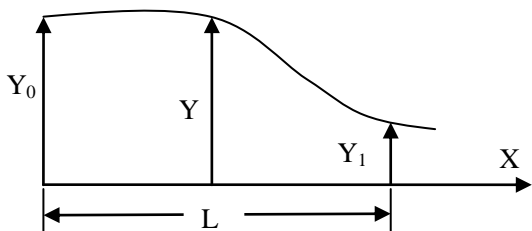


Figure 2. Position of value of an equation of cubic curve

3. 実験結果と結果

風速と電圧の測定, 乱れと電圧の測定はどちらも熱線風速計(KANOMAX 社製, MODEL 6141)と A/D コンバータ (NATIONAL INSTRUMENT 社製, X Series Multifunction DAQ)を用いて縮流洞出口 0 mm の位置で整流用金網のメッシュ数が 16, 35 のものを 2 枚入れた場合と整流用金網を入れない場合について測定を行った。測定を行った。測定位置の図を Figure 3 に示す。

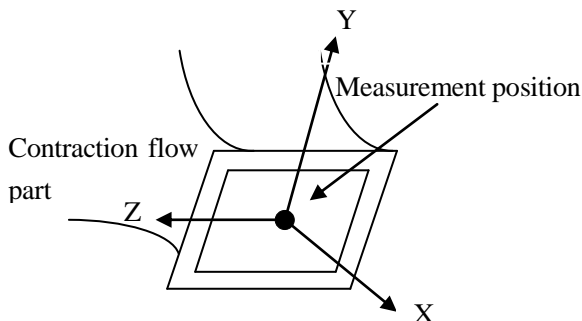


Figure 3. Figure of measurement position

3-1. 風速と電圧の測定実験

作製した風洞はどのくらいのコントローラの電圧でどのくらいの風速が出るのか確認実験を行った。整流用金網について、測定で得られたグラフを Figure 4 に示す。この結果から電圧と風速の比例関係を見ることができなかった。16 メッシュの 2.7, 3.2, 3.7 V の時の値が他の測定条件の値と大きくずれているが、この時にコントローラがうまく制御できず、電圧が安定しなかったためだと思われる。また、それ以外では値に大きなずれが無いため、整流用金網での圧力損失はごくわずかであることが分かった。

3-2. 乱れと電圧の測定実験

作製した風洞はどのくらいの電圧でどのくらいの乱れが出るのか確認実験を行った。測定で得られたグラフを Figure 5 に示す。この結果からメッシュなしの時だけ乱れの分布の低い値で推移していることが分かった。今回の測定ではメッシュが十分に固定されず、振動してしまっていたと考えられる。

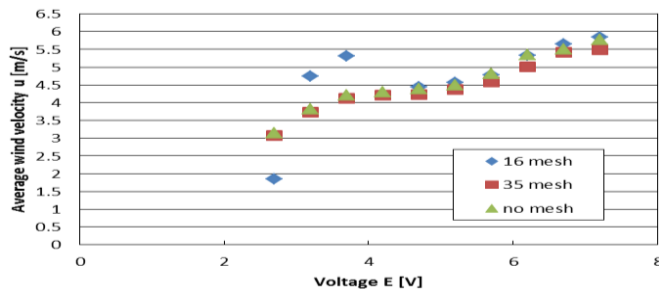


Figure 4. Relation of average wind velocity and voltage

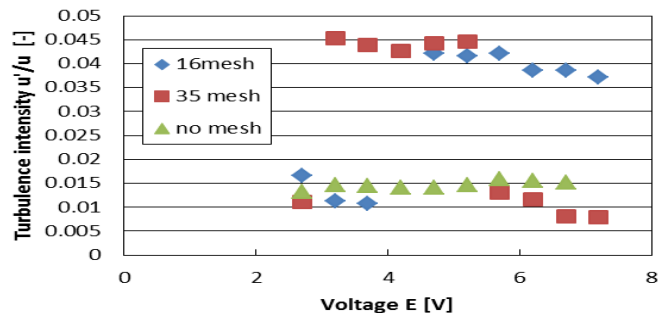


Figure 5. Relation of voltage and turbulence intensity

4. まとめ

今回の実験で、作製した風洞は、コントローラの電圧が安定しないなどの問題点が明らかになった。なので、今後は問題点を改善しながら熱線風速計を用いて縮流洞出口付近の速度分布などを詳しく測定する。

参考文献

[1] 岡本正人・神馬義貴：「低レイノルズ数における翼の平面系空力特性の実験的研究」, 秋田高専研究紀要, 第 44 号, 2009 年, p.42-50
 [2]基礎流体力学編集委員会 編：「基礎流体力学」, 産業図書株式会社, 1989 年, P55
 [3] 日本流体力学会 編：「流体力学ハンドブック」, 丸善株式会社,1987 年, P807